

Réponse des lignées issues du croisement interspécifique *Oryza sativa* x *Oryza longistaminata* aux différents régimes hydriques en vue d'une adaptation au changement climatique

Landiarimisa RAMANANKAJA^{1*}, Xavier RAKOTONJANAHARY² et Jeannot RAMELISON²

¹ Université d'Antananarivo, Ecole Supérieure des Sciences Agronomiques, Département Agriculture, BP 175, Antananarivo 101, Madagascar

² FOFIFA, Centre de Recherche Appliquée au Développement Rural, Madagascar

* Correspondance, courriel : landiarimisa@univ-antananarivo.mg

Résumé

Dans le but d'analyser les impacts du déficit hydrique sur le développement des plantes et le rendement de 5 lignées issues du croisement interspécifique *Oryza sativa* x *Oryza longistaminata*, obtenues par FOFIFA, des essais avec des simulations de déficit hydrique ont été réalisés. Trois traitements ont été appliqués à savoir : - Traitement 1 [T1] : Boue humide de 3 jours alternée à un assec de 7 jours, - Traitement 2 [T2] : Boue humide de 3 jours, un assec de 10 jours, puis une lame d'eau permanente de 10cm maintenue jusqu'à floraison et Traitement 3 [T3] : Boue humide de 3 jours, puis un assec de 20 jours et une lame d'eau permanente de 10 cm maintenue jusqu'à floraison. Les résultats montrent que chacune des lignées testées répondent différemment au traitement appliqué. Les lignées MR 10927-14-2 et MR 10927-14-3 donnent les rendements les plus élevés en T1, à savoir 4,5 et 3,3 t.ha⁻¹ respectivement, tandis que la lignée MR10927-14-1 donne le rendement le plus élevé avec T3, soit 3,4 t.ha⁻¹. Un certain photopériodisme des lignées a été révélé. L'analyse de la corrélation entre le rendement et ses composants a montré qu'en condition de sécheresse intermittente (T1), ce sont les nombre de feuille et de talles totales et fertiles qui déterminent le rendement, tandis qu'en cas de sécheresse au début du stade végétatif (T3), en plus de ces trois paramètres, le nombre de grains par panicule ainsi que le poids de 1000 grains jouent un rôle non négligeable dans la composition de celui-ci.

Mots-clés : riz sauvage, déficit hydrique, caractérisation morphologique.

Abstract

Response of progenies from the interspecific crossbreeding *Oryza sativa* x *Oryza longistaminata* to various hydric regimes in order to an adaptation to climate change

In purpose to analyze hydric deficiency impact to the plant development and to the productivity of 5 progeny from interspecific crossbreeding *Oryza sativa* x *Oryza longistaminata*, obtained by FOFIFA, trials with hydric deficiency simulations have been realized. Three handlings were applied : - Treatment 1 (T1) : 3 days moist sludge alternated with 7 days drought, - Treatment 2 (T2) : 3 days moist sludge, 10 days drought and 10 cm flooding until the flowering stage, - Treatment3 (T3) : 3 days moist sludge, 20 days drought and 10 cm

flooding until the flowering stage. The results show that every tested progeny has responded differently according to the applied treatment. The progenies MR 10927-14-2 et MR 10927-14-3 have given the highest yields under T1, 4.5 and 3.3 t.ha⁻¹ respectively, whereas the progeny MR10927-14-1 has given the highest yield under T3, 3.4 t.ha⁻¹. It was revealed that studied progenies are photoperiodic. Correlation analysis between the yield and its components, have shown that under intermittent drought (T1), the number of leaves and the whole and the fertile tillers as well, determine the yields level, whereas under condition with drought at the beginning stage of the cycle (T3), plus these parameters, the number of grains per panicle and the 1000 grains weight have a significant impact on it.

Keywords : *wild rice, hydric deficiency, morphological characterization.*

1. Introduction

Les problèmes engendrés par le changement climatique conjugués à ceux de la sécurité alimentaire incitent les chercheurs à chercher des solutions pertinentes et adéquates afin d'assurer une production rizicole stable et suffisante. En effet, la riziculture que ce soit inondée/irriguée ou pluviale, subit d'innombrables pressions dues à l'instabilité de la pluviométrie, au rétrécissement des terrains propices à la culture et à la démographie incessamment croissante. Face à la sécheresse, devenue un des principaux problèmes de la riziculture actuelle, plusieurs techniques peuvent être envisagées, mais l'une des plus efficaces est la création des variétés tolérantes. En effet, la sécheresse est un stress complexe impliquant des processus physiologiques reposant sur des mécanismes moléculaires. On peut alors envisager l'obtention de lignées plus performantes vis-à-vis de la sécheresse en réalisant des croisements judicieux entre des variétés (ou espèces) à fort rendement et des variétés (ou espèces) présentant des caractères de tolérance. *Oryza longistaminata* A. Chev & Roehr est connue être un réservoir de variabilité génétique parmi les espèces de riz rencontrés sur le continent africain, ce qui le rend apte à survivre dans des conditions environnementales extrêmes [1]. Le programme d'amélioration variétale du riz entrepris au FOFIFA a réussi à obtenir une centaine de lignées dérivées du back cross et de croisements multiples à partir de la plante hybride entre *O. sativa* L. et *O. longistaminata*. Ces lignées ont été multipliées et sélectionnées du point de vue résistance à RYMV [1]. Celles-ci sont également supposées être résistantes à la sécheresse à cause des caractères qu'elles ont hérités de leur parent sauvage. En effet, la niche écologique d'*O. longistaminata* est, de même que son aire de répartition, la plus large comparée à celles des espèces d'*Oryza* en Afrique. *O. longistaminata* est capable de survivre tout aussi bien dans des eaux profondes que sur des sols secs et sablonneux [2]. La variabilité enzymatique élevée de cette espèce, étudiée par ces mêmes auteurs, fait qu'elle peut être un réservoir de variabilité génétique du génome A en Afrique.

2. Matériel et méthodes

2-1. Matériel

Les matériels utilisés sont 5 lignées issues des croisements entre *O. longistaminata* A. Chev & Roehr et *O. sativa* L. Deux variétés améliorées tolérantes à la sécheresse sont utilisées comme témoins. Le **Tableau 1** ci-dessous résume les caractéristiques des matériels.

Tableau 1 : Les matériels végétaux utilisés et leurs caractéristiques

Matériels végétaux		Caractéristiques
Variétés témoins	Madera (V_1)	Tolérante à la sécheresse Cycle long
	Madera malady (V_2)	Tolérante à la sécheresse Cycle moyen
Lignées testées	MR 10927-6 (L_1) MR 10927-14-1 (L_2) MR 10927-14-2 (L_3) MR 10927-14-3 (L_4) MR 10732-44-3 (L_5)	A déterminer dans la présente étude

2-2. Expérimentation

L'expérimentation a été conduite sous serre. Trois traitements hydriques ont été pratiqués avec 3 répétitions pour chacun d'entre eux :

- ✓ Traitement 1 [T1] : Boue humide de 3 jours alternée à un assec de 7 jours. Ce qui reflète un état de sécheresse presque total avec un minimum d'humidité dans les rizières.
- ✓ Traitement 2 [T2] : Boue humide de 3 jours, un assec de 10 jours, puis une lame d'eau permanente de 10cm maintenue jusqu'à floraison.
- ✓ Traitement 3 [T3] : Boue humide de 3 jours, puis un assec de 20 jours et une lame d'eau permanente de 10cm maintenue jusqu'à floraison.

Les traitements 2 et 3 sont des simulations de sécheresse au début de la saison culturale qu'on rencontre le plus souvent à cause du retard des premières pluies. Le traitement T_3 représente une assez longue période de sécheresse qui pourrait mettre en évidence la capacité de chacun des matériels testés à supporter cet état. Chaque plante a été mise individuellement dans un seau plastique de 29 cm de diamètre et de 30 cm de profondeur. Les traitements ont commencé après le repiquage des jeunes plants dans les seaux. Le sol utilisé provient d'une rizière irriguée ayant la propriété de sol tourbeux avec engorgement temporaire. Une fertilisation identique pour tous les traitements a été appliquée, à savoir :

- 10 t.ha⁻¹ de fumier de ferme incorporé au sol au moment de l'installation,
- 100 kg.ha⁻¹ d'urée avec des apports fractionnés à un mois après semis et au stade de plein tallage et
- 200 kg.ha⁻¹ de NPK à 45 jours après semis.

Les semences ont été pré-germées dans une solution d'acide. La durée de germination pour chaque matériel végétal n'est pas identique. La transplantation a été faite 8 Jours après germination. On a remarqué des différences sur l'état de développement des plantules au moment de la transplantation. (*Tableau 2*)

Tableau 2 : Etat des matériels végétaux lors de la transplantation

Matériels végétaux	Caractéristiques
VARIETES	
Madera (V ₁)	Apparition de la radicule
Madera malady (V ₂)	Apparition de la radicule et du coléoptyle
LIGNEES	
MR 10927-6 (L ₁) MR 10927-14-1 (L ₂) MR 10927-14-2 (L ₃) MR 10927-14-3 (L ₄) MR 10732-44-3 (L ₅)	Radicule à peine développée

2-3. Indicateurs de tolérance à la sécheresse

La sécheresse peut être caractérisée par : sa durée (intermittente ou prolongée), la dynamique de sa mise en place (brutale ou progressive) et le moment de son apparition par rapport au cycle cultural. La sécheresse est un stress complexe, les plantes ont élaboré des stratégies pour se protéger :

- Esquiver : accomplir son cycle de développement pendant les périodes où les conditions sont favorables.
- Eviter : adapter sa morphologie (réduction de la surface foliaire...)
- Tolérer : maintenir ses fonctions cellulaires pour survivre.

Au-delà des réponses morphologiques, la plante met en place des processus physiologiques reposant sur des mécanismes moléculaires :

- La croissance des feuilles et des tiges s'arrête, celle des racines est moins touchée.
- Dans les feuilles, la conductivité et la disponibilité de l'eau sont modifiées.
- Les stomates se ferment et la photosynthèse diminue [3].

Selon plusieurs auteurs, tels que [4, 5], les effets de la sécheresse se font ressentir aussi bien sur les parties végétatives comme la hauteur, le tallage, la surface foliaire, la matière sèche et le diamètre des tiges, que sur les parties reproductives de la plante : toutes les composantes du rendement sont affectées, le nombre et la longueur des panicules, la durée de l'épiaison et la durée du cycle. Au stade végétatif, le déficit hydrique affecte en premier lieu le nombre de talles particulièrement important dans la détermination des rendements. Cet effet défavorable peut être compensé par l'apparition de nouvelles talles pour les variétés tolérantes ou celles à cycle long. Le stade reproductif est potentiellement le plus sensible au déficit hydrique et les conséquences sur les rendements sont les plus graves [6]. La sécheresse agit négativement à tous les stades pour le riz

3. Résultats et discussion

3-1. Evaluation du rendement

Etant donné que c'est le rendement qui constitue le principal indicateur de la résistance à la sécheresse, les résultats obtenus sont les suivants :

Tableau 3 : Rendements des matériels étudiés, (t.ha⁻¹)

Matériel végétal	Rendement		
	T1	T2	T3
L ₁ - MR 10927-6	2,5 ^f	2,1 ^h	1,3 ^k
L ₂ - MR 10927-14-1	2,1 ^h	2,4 ^g	3,4 ^b
L ₃ - MR 10927-14-2	4,5 ^{a*}	2,1 ^h	2,4 ^g
L ₄ - MR 10927-14-3	3,3 ^{c*}	2,4 ^g	2,1 ^h
L ₅ - MR 10732-44-3	2,6 ^e	1,4 ⁱ	1,6 ⁱ
V ₁ - Madera	2,9 ^c	1,6 ⁱ	2,4 ^g
V ₂ - Madera malady	2,8 ^d	1,2 ^l	2,1 ^g

La sensibilité des matériels selon les traitements sont bien mise en évidence. En effet, chacun d'entre eux présente des variations en termes de rendement selon le traitement appliqué. Les assecs de 10 et 20 jours provoqués après la transplantation ont eu comme effet la diminution du rendement en général. Il faut noter que les rendements obtenus avec les traitements 2 et 3 ne sont pas significativement différents. Donc, même si la sécheresse s'est passée au début du stade végétatif, elle aurait eu une répercussion sur le rendement. On notera la performance des lignées par rapport aux témoins. Les plus intéressantes sont L3 et L4 avec respectivement un rendement de 4,5 et 3,3 t.ha⁻¹ en T1 et L2 ayant donné 3,4 t.ha⁻¹ en T3. Ces rendements obtenus se trouvent au même niveau que les meilleurs rendements obtenus par d'autres auteurs ayant travaillé sur le thème mais avec des matériels différents [7, 4]. La poursuite de cette étude va donc se faire avec ces trois lignées.

3-2. Comparaison de l'état des matériels pendant le stade végétatif

Au moment de la transplantation, les matériels végétaux n'ont pas eu le même aspect. Les deux variétés témoins étaient plus développées par rapport aux 5 lignées étudiées (**Tableau 2**). On peut supposer que les lignées ayant eu un développement plus lent au début du stade végétatif, cela leur a permis de mieux faire face à aux assecs prolongés pratiqués à cette période. Selon [8], la reprise après réhydratation est un indice de tolérance. Les variétés tolérantes auraient une capacité de reprise rapide se traduisant par un meilleur développement de la plante. Les **Figures** suivantes illustrent la particularité des matériels pendant le stade végétatif :

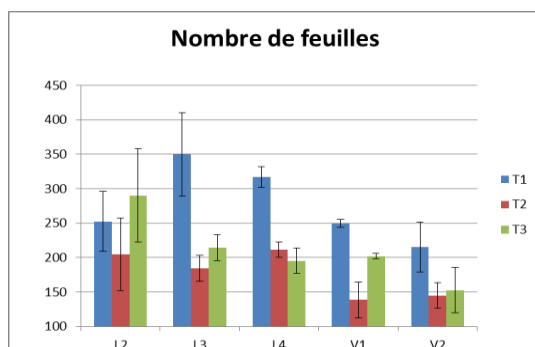


Figure 1 : Nombre de feuilles

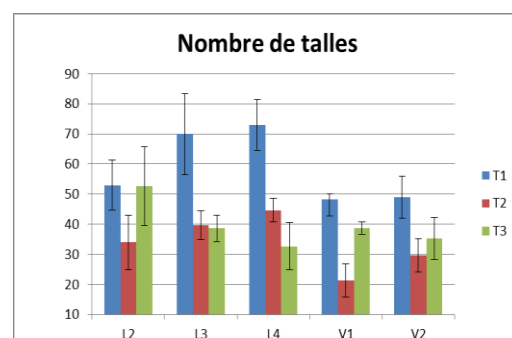


Figure 2 : Nombre de talles total

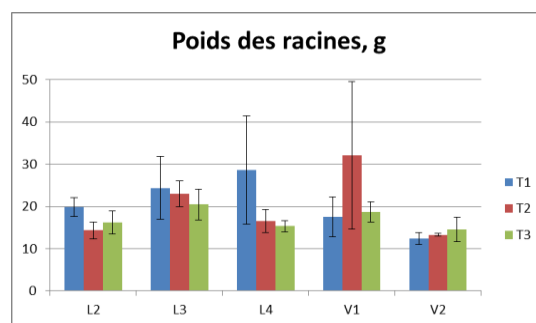


Figure 3 : Poids des racines, g

En général, les trois lignées présentent un meilleur état végétatif avec plus de nombres de feuilles et de talles pour tous les traitements confondus. En Traitement T1 les lignées L3 et L4 se démarquent. En effet, elles ont formé un plus grand nombre de feuilles et de talles et leur poids de racines sont plus élevés. Ceci aurait eu des conséquences sur leur productivité. Avec le traitement T2, il n'y a pas de différences significatives entre les trois lignées pour tous les paramètres, sauf L3 qui présente un poids de racines plus grand. Tandis qu'avec T3, c'est L2 qui a formé plus de feuilles et de talles, alors que son poids racinaire est au même niveau que ceux des autres. Pour ce matériel, les nombres de feuilles avec les trois traitements ne sont pas significativement différents. Elle a formé autant de talles en T1 qu'en T3, tandis que le poids des racines est plus grand en T1. Ces données confirment les données de plusieurs auteurs disant que la plante réagit par un développement racinaire plus prononcé en cas de sécheresse, mais que cela va se faire au détriment du développement de la partie aérienne de la plante, et au final va causer une baisse du rendement.

3-3. Processus de tallage

Pour tous les matériels étudiés on remarque que l'apparition des talles se trouve retardée avec l'application des assecs de 10 et surtout 20 jours (**Tableau 4**). Ce qui peut être interprété comme étant la réaction des matériels au stress hydrique subi. Par contre, les durées de la période apparition des talles primaires – montaison n'ont presque pas changé, ce qui indique un certain photopériodisme. Ceci devrait avoir des impacts sur la productivité.

Tableau 4 : Apparition des différentes catégories de talles, JAS

	Tallage, JAS											
Matériels	Traitement 1				Traitement 2				Traitement 3			
	Tal1	Tal2	Tal3	Mont	Tal1	Tal2	Tal3	Mont	Tal1	Tal2	Tal3	Mont
L2	17	30	80	91	23	38	71	110	30	45	71	91
L3	17	45	80	91	17	45	71	110	30	45	80	91
L4	17	38	80	91	23	38	71	91	23	45	71	91
V1	38	63	86	125	45	63	86	125	45	63	80	125
V2	17	45	80	91	23	45	80	91	30	45	71	110

JAS : Jours après semis

Tal1 : Talles primaires

Tal2 : Talles secondaires

Tal3 : Talles tertiaires

Mont : Montaison

En T1, l'apparition des talles primaires et tertiaires se passent au même moment pour les trois lignées, tandis qu'on a des hystérésis quant à l'apparition des talles secondaires. La montaison par contre se passe simultanément. On peut dire que face à la sécheresse intermittente du traitement T1, les lignées L3 et L4 ont réagi avec le retard l'apparition des talles secondaires. Cette réaction aurait eu un impact sur la productivité de ces deux lignées qui ont donné les rendements les plus élevés avec T1. En effet, celles-ci ont présenté un plus grand nombre de talles secondaires aussi bien au total que fertiles (**Tableau 5**).

Tableau 5 : Nombre des différentes catégories de talles total et fertiles en T1

Matériels	Tal1	Tal1 fertiles	Tal2	Tal2 fertiles	Tal3	Tal3 fertiles
V1	10	10	24	21	15	10
V2	10	10	25	23	14	10
L2	9	9	27	24	18	11
L3	9	9	34	33	27	26
L4	11	11	34	30	28	22

Tal1 : Talles primaires

Tal2 : Talles secondaires

Tal3 : Talles tertiaires

En T2, L2 a réagi en retardant l'apparition des talles primaires et secondaires d'une semaine par rapport à T1. Par contre, les talles tertiaires sont apparues avec anticipation et la montaison par contre, se trouve retardée. La durée du stade végétatif a été prolongée de 19 jours. La lignée L3 a donné les talles primaires et secondaires au même moment qu'avec T1. Pour les talles tertiaires, on observe le même scénario que pour L2. Pour L4, les différentes catégories de talles apparaissent au même moment que pour L2, alors que la montaison se passe au 91^e JAS de même qu'avec T1. Si on regarde les nombres de différentes catégories de talles formés en T2, on peut faire la liaison entre ceux-ci et le rendement des matériels. Ici c'est L3 qui accuse le plus faible rendement, elle a formé nettement moins de talles secondaires que les deux autres. L2 et L4 se trouvent au même niveau.

Tableau 6 : Nombre des différentes catégories de talles totales et fertiles en T2

Matériels	Tal1	Tal1 fertiles	Tal2	Tal2 fertiles	Tal3	Tal3 fertiles
V1	8	8	14	12	0	0
V2	7	7	18	15	4	3
L2	7	7	21	19	6	4
L3	7	7	18	17	6	5
L4	8	8	27	26	9	9

Tal1 : Talles primaires

Tal2 : Talles secondaires

Tal3 : Talles tertiaires

En T3, chacune des lignées réagissent différemment. L2 réagit en retardant l'apparition des talles primaires et secondaires, mais anticipe les talles tertiaires et la montaison. Elle a réussi à maintenir la durée du stade végétatif de 91 JAS. Ici L2 a formé nettement un plus grand nombre de talles total et fertiles de toutes les catégories et par conséquent, a donné le rendement le plus élevé. L3 retarde l'apparition des talles primaires mais conserve la cadence d'apparition des autres talles et la montaison. Tandis que L4 donne des talles primaires au même moment qu'avec T2, les talles secondaires sont retardées et les talles tertiaires et la montaison sont anticipées. La même durée du stade végétatif de 91 JAS est gardée. L3 et L4 ont eu les rendements les plus bas.

Tableau 7 : Nombre des différentes catégories de talles total et fertiles en T3

Matériels	Tal1	Tal1 fertiles	Tal2	Tal2 fertiles	Tal3	Tal3 fertiles
V1	10	10	21	19	7	5
V2	7	7	21	17	7	6
L2	7	7	27	26	18	16
L3	8	8	24	23	6	6
L4	8	8	21	20	4	4

Selon [4], malgré que les parties végétatives soient affectées par un stress hydrique, les impacts dépendent de la période où le stress a eu lieu, L'étude de la tolérance à la sécheresse d'une céréale doit s'effectuer au cours du déficit hydrique, mais également pendant la période qui suit la réhydratation car la façon dont la plante récupère est un bon indicateur des dommages qu'elle a subis. Dans cette étude, les plantes ont récupéré de manière particulière selon leur réaction aux stress subis. Malgré que les assecs avaient été appliqué au début du stade végétatif, leurs répercussions se faisaient ressentir tout au long de la période de développement des plantes notamment sur la formation des différentes catégories de talles, ce qui au final, auraient eu des impacts sur le rendement.

3-4. Comparaison de l'état des matériels pendant le stade reproductif

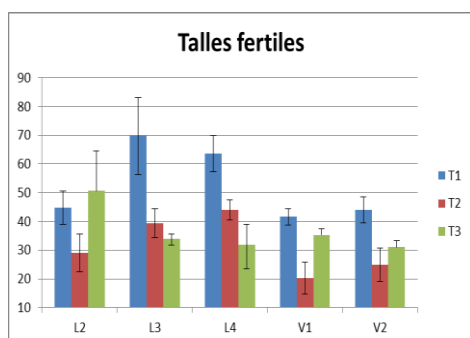


Figure 4 : Nombre de talles fertiles

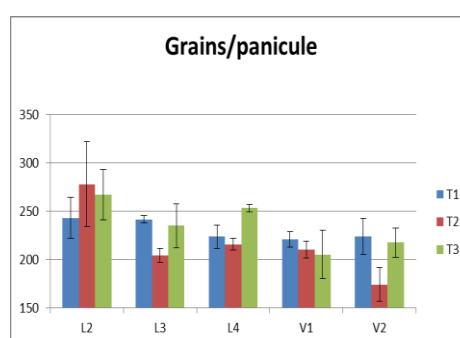


Figure 5 : Nombre de grains par panicule

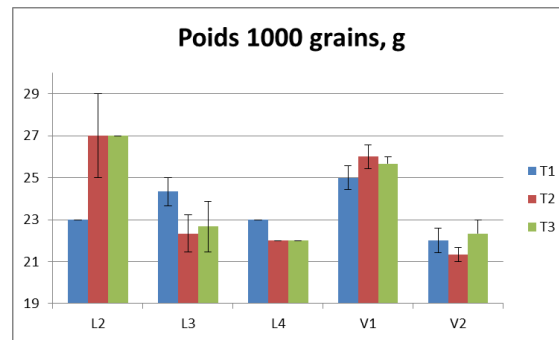


Figure 6 : Poids de 1000 grains, g

En T1, les lignées L3 et L4 possèdent nettement un nombre plus élevés de talles fertiles. Leur nombre de grains par panicule se trouvent au même niveau que les autres, mais leurs poids de 1000 grains sont meilleurs. Tandis que le nombre de talles fertiles le plus élevé en T3 est obtenu par L2. Ses nombres de grains par panicule ne sont pas significativement différents pour les trois traitements, mais elle a eu les poids des 1000 grains les plus élevés en T2 et T3, ce qui peut expliquer sa meilleure productivité avec le traitement T3. Si on étudie la corrélation entre ces paramètres pour les trois lignées étudiées, on a les résultats suivants :

Tableau 8 : Corrélation *R* entre le rendement et ses composants

Variables	T1	T3
	Rendement	Rendement
Feuille	0,724	0,858
Rendement	1	1
Talles total	0,660	0,894
Talles fertiles	0,879	0,880
Grains/ panicule	-0,037	0,626
P ₁₀₀₀ grains	0,304	0,518
Poids des racines	-0,254	-0,288

On peut constater qu'avec le traitement T1, condition de sécheresse intermittente, ce sont surtout les nombres de feuilles, de talles total et de talles fertiles qui déterminent le rendement, tandis qu'en T3, condition de sécheresse au début du stade végétatif, en plus de ces trois paramètres, le nombre de grains par panicule ainsi que le PMG jouent un rôle non négligeable dans la composition du rendement.

4. Conclusion

Les lignées issues des croisements entre *O. sativa* et *O. longistaminata* peuvent être utilisées dans la sélection variétale du riz contre la sécheresse ; notamment la lignée MR10927-14-1(L2), en cas de sécheresse prolongée au début du cycle cultural, et les lignées MR 10927-14-2 (L3) et MR 10927-14-3 (L4) en cas de sécheresse intermittente tout au long du cycle végétatif. Même dans les cas où la simulation de sécheresse a été appliquée au début du stade végétatif, cela avait de répercussion sur le rendement des

matériels car ces derniers ont présenté des différences selon les traitements appliqués. Le processus de formation des talles a été également influencé et un certain photopériodisme des lignées étudiées ont été révélé avec des impacts sur leur rendement. L'analyse des comportements des matériels pendant les stades végétatif et reproductif a révélé qu'en cas de sécheresse intermittente, le nombre de feuilles et de talles total et fertiles déterminent le rendement, tandis qu'en cas de sécheresse au début du stade végétatif, en plus de ces trois paramètres, le nombre de grains par panicule ainsi que le poids de 1000 grains jouent un rôle non négligeable dans la composition de celui-ci.

Références

- [1] - RYMV : Rice Yellow Mottle Virus
- [2] - G. SECOND, G. BEZANÇON, J. BOZZA, Variabilité d'*Oryza longistaminata* et du complexe sativa des *Oryza* en Afrique. Aspects écologiques et évolutifs. (1977).
- [3] - L. GAUFICHON, Quelle sont les perspectives d'amélioration génétique de plantes cultivées tolérantes à la sécheresse ? Conférence « Les agriculteurs du monde et la croissance verte », (2010).
- [4] - F. N. REYNIERS et M. JACQUOT, Démarche pour l'obtention de la résistance variétale à la sécheresse. Cas du riz pluvial. Extrait de l'Agronomie tropicale XXXIII-4- Oct-déc (1978), 314-317.
- [5] - C. RENARD, Adaptation du riz pluvial au déficit hydrique. Tropicultura, (1983), 1(4), 128-132
- [6] - N'DA KOUASSI ASSEMIEN, (R.) Réponse physiologique du riz (*Oryza sativa* L.) au déficit hydrique. Etude comparée de deux types culturaux (variété pluviale, variété aquatique). Thèse pour obtenir le grade de Docteur-Ingénieur en Sciences Agronomiques. Option Phytotechnie, Ecole Nationale Supérieure Agronomique de Montpellier, (1984), 148 p.
- [7] - D. DIALLO, Z. TAMINI, B. BARRY et A. O. FAYA, Effet de la fumure organique sur la croissance et le rendement du riz NERICA 3 (WAB 450 IBP 28HB) à Faranah. Int. J. Biol. Chem. Sci. 4(6): 2017-2025, (December 2010).
- [8] - J. F. BOIS, Ph. COUCHAT et P. MOUTONNET, Etude de la réponse à un stress hydrique de quelques variétés de riz pluvial et de riz irrigué. Plant and Soil (1984) 80, 237-246.
- [9] - B. KONE, J. B. ETIEN, G. AMADJI, S. DIATTA, Caractérisation de la tolérance de NERICA à la sécheresse de mi-saison en riziculture pluviale. African Crop Science Journal, Vol. 16, No. 2 (2008) 133 - 145.
- [10] - G. PELLETIER Comment la génétique pourra contribuer à l'adaptation des plantes au déficit hydrique. Académie d'Agriculture de France. Comptes rendus sur les potentiels de la science pour l'avenir de l'agriculture, de l'alimentation et de l'environnement. Manuscrit révisé le 13 septembre 2012, publié le 28 octobre 2013.
- [11] - E. J. SACKS, J. P. ROXAS & M. T. STA CRUZ, Developing perennial upland rice 2 : field performance of S1 families from an intermated *Oryza sativa*/*O. longistaminata* population. Crop Science 43(1) (2003). 129-134.
- [12] - S. ZHANG, W. WANG, J. ZHANG, Z. TING, W. HUANG, P. XU, D. TAO, B. FU, F. Y. HU The progression of perennial rice breeding and genetics. Research in China. Perennial crops for food security proceeding of the FAO expert workshop. 28-30 août (2013), pp28-38.